

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-238221

(43)Date of publication of application : 30.08.1994

(51)Int.Cl.

B05C 9/14  
F26B 21/10  
F27B 9/40  
F27D 19/00

(21)Application number : 05-025824

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 15.02.1993

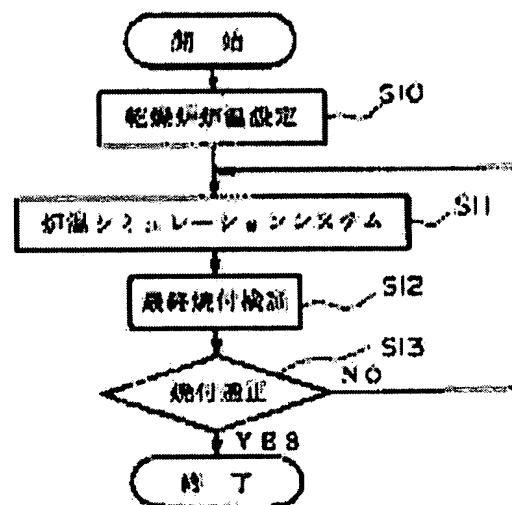
(72)Inventor : KOIZUMI HISAO

## (54) PAINTING DRYING FURNACE SIMULATION DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a painting drying furnace simulation system capable of reducing the time and loss in the determination of the temp. of a painting drying furnace and capable of stabilizing the quality of the work in the painting drying furnace.

**CONSTITUTION:** Heat transfer coefficient  $\alpha$  is calculated on the basis of various characteristic values in a step S10 and the temp. Tout at the outlet of a zone is calculated by changing the set temp. T' of the zone and set to the temp. Tin of the work at the inlet of the next zone. By this method, the temp. characteristics of the painting drying furnace are successively simulated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3403745

[Date of registration] 28.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-238221

(43)公開日 平成 6年(1994) 8月30日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 5 C 9/14		6804-4D		
F 2 6 B 21/10	A	9140-3L		
F 2 7 B 9/40		7516-4K		
F 2 7 D 19/00	A	7141-4K		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-25824

(22)出願日 平成 5年(1993) 2月15日

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

(72)発明者 小泉 尚生

三重県鈴鹿市平田町1907番地 本田技研工業株式会社鈴鹿製作所内

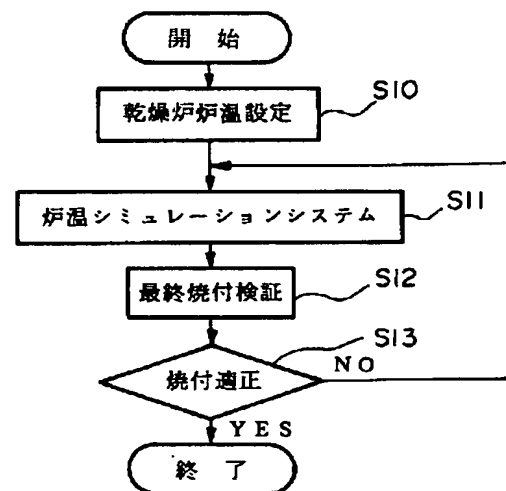
(74)代理人 弁理士 志賀 正武 (外 2 名)

(54)【発明の名称】 塗装乾燥炉シミュレーションシステム

(57)【要約】

【目的】 塗装乾燥炉炉温決定の時間とロスを減少させ、かつ、当該塗装乾燥炉内のワークの品質を安定させることができる塗装乾燥炉シミュレーションシステムを提供することを目的とする。

【構成】 熱伝達率 $\alpha$ は種々の特性値によって、ステップs 1 0により算出される。そして、ゾーンの設定温度 $T'$ を変化させることによって当該ゾーンの出口における温度 $T_{out}$ を算出し、当該 $T_{out}$ を次のゾーンの入口における当該ワークの温度 $T_{in}$ とする。このようにして、順次、当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ワークを乾燥する塗装乾燥炉を備え、当該塗装乾燥炉が連続した n 個のゾーンに分けられている塗装乾燥炉シミュレーションシステムにおいて、前記ワークの特性を表すワーク特性と、当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度とに基づいて当該各ゾーンの特性を表すゾーン固有値を算出するゾーン固有値算出手段と、ゾーンの乾燥炉温度を変化させることによって当該ゾーンの出口におけるワークの出口温度を算出し、当該ワークの出口温度を当該ゾーンの次のゾーンの入口における当該ワークの入口温度とするワーク温度特性算出手段とを具備して当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートすることを特徴とする塗装乾燥炉シミュレーションシステム。

【請求項 2】 ワークを乾燥する塗装乾燥炉を備え、当該塗装乾燥炉が連続した n 個のゾーンに分けられている塗装乾燥炉シミュレーションシステムにおいて、前記ワークの特性を表すワーク特性と、当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度とに基づいて当該各ゾーンの特性を表すゾーン固有値を算出するゾーン固有値算出手段と、ゾーンの乾燥炉温度及び当該ゾーンのワークの移動時間を変化させることによって当該ゾーンの出口におけるワークの出口温度を算出し、当該ワークの出口温度を当該ゾーンの次のゾーンの入口における当該ワークの入口温度とするワーク温度特性算出手段とを具備して当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートすることを特徴とする塗装乾燥炉シミュレーションシステム。

【請求項 3】 ワークを乾燥する塗装乾燥炉を備え、当該塗装乾燥炉が連続した n 個のゾーンに分けられている塗装乾燥炉シミュレーションシステムにおいて、前記ワークの特性を表すワーク特性と、当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度とに基づいて当該各ゾーンの特性を表すゾーン固有値を算出するゾーン固有値算出手段と、ワーク特定部位の設計変更に伴う、鋼板板厚や、部品表面積や、材質の変更が生じた場合に、ワーク特性値を変化させる事によって当該ゾーンの出口におけるワークの出口温度を算出し、当該ワークの出口温度を当該ゾーンの次のゾーンの入口における当該ワークの入口温度とするワーク温度特性算出手段とを具備して当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートすることを特徴とする塗装乾燥炉シミュレーションシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ワークを乾燥させる塗装乾燥炉に用いて好適な塗装乾燥炉シミュレーションシステムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 車体の生産工程のうちの塗装工程が行われた後は当該車体の塗膜を乾燥させる乾燥工程が行われる。この乾燥工程において乾燥を行う塗装乾燥炉は、赤外線、暗赤外線の輻射と、高温風の循環（対流）の両方により加熱される。この乾燥工程の前半部においては車体の温度を上昇させるために輻射のみか、又は、輻射と対流とを併用し、当該乾燥工程の後半部においては車体全体を熱するために対流炉を使用していることが多い。

【0003】そして、従来、行われていた塗装乾燥炉の温度設定の技術を図 7 のフローチャートに示す。この図に示すように、塗装乾燥炉の温度設定（通常設定ゾーンに分けて設定可能）は次のようにして行われていた。すなわち、まず、測温体を取付けたワーク（車体）にて温度測定を行った後（ステップ s 21）、焼付度合をチェックする（ステップ s 22、及びステップ s 24）。この時の状態は、後述するように、塗装乾燥炉における焼付不足は発生してはならない重大トラブルであるため、塗装乾燥炉の初期設定は適正焼付の 3～5 倍程度与えられる様、通常過剰設定気味になっている。従って、焼付不足（ステップ s 23）や適正焼付（ステップ s 25）に至ることは通常あり得ない。次に、焼付の過剰度合を認識した上で、作業者の勘に基づき次回設定温度を定め、再度実物温度測定による検証（ステップ s 21）を行っていた。この勘に基づく温度設定も、前出の発生してはならない重大トラブルを考慮して、かなり控え目な温度変更となるため、通常は 1 回で終了することは希で、数回に渡り行われる。このサイクルを繰り返す事により、最終的な塗装乾燥炉の適正な温度設定が行われ、この段階で初めて最終焼付検証（ステップ s 25、及びステップ s 26）に到達する事が可能となり、塗装乾燥炉の炉温設定が完了する。

【0004】なお、ステップ s 22 において焼付不足と判断された場合には、ステップ s 23 に進み、このような発生してはならない重大トラブルへの対処が行われるようになっていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述のように、通常このサイクルは 1 回で終了することは希で、数回に渡り行われる事が多い。また、負荷過大の為に完璧に適正焼付化の調整が行われていない状態の方が多。さらに、ワークの塗装乾燥炉内移動速度の変更（生産台数の変更に伴うタクト UP/DN）や省エネルギー対策（塗装乾燥炉の温度 T の低温化）等の他のファクターが混在する事により煩雑を極めていた。

【0006】従って、以下のような問題点があった。

- ① 作業者の勘による塗装乾燥炉の温度設定の為、最終的な設定温度に至るまで時間がかかりロスが多い。
- ② 最終的結論に至るまでにも、生産が止められない為、安全サイドに展開する必要があり、更に、時間とロスが増加する。
- ③ 安全サイドに展開するが、作業者の勘に基づく品質エラーのリスクが大きい。
- ④ 塗装乾燥炉の温度は炉内負荷の変動によりリップルするが、最高何度℃までリップルしてもよいのかという炉内温度の変動の許容範囲が見極められない。そのため、品質を守る為の塗装乾燥炉の最低温度の見極めが不可能である。

【0007】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、塗装乾燥炉炉温決定の時間とロスを減少させ、かつ、当該塗装乾燥炉内のワークの品質を安定させることができる塗装乾燥炉シミュレーションシステムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために請求項1に記載の発明にあっては、ワークを乾燥する塗装乾燥炉を備え、当該塗装乾燥炉が連続したn個のゾーンに分けられている塗装乾燥炉シミュレーションシステムにおいて、前記ワークの特性を表すワーク特性と、当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度とに基づいて当該各ゾーンの特性を表すゾーン固有値を算出するゾーン固有値算出手段と、ゾーンの乾燥炉温度を変化させることによって当該ゾーンの出口におけるワークの出口温度を算出し、当該ワークの出口温度を当該ゾーンの次のゾーンの入口における当該ワークの入口温度とするワーク温度特性算出手段とを具備して当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートすることを特徴とする。また、請求項2に記載の発明にあっては、ワークを乾燥する塗装乾燥炉を備え、当該塗装乾燥炉が連続したn個のゾーンに分けられている塗装乾燥炉シミュレーションシステムにおいて、前記ワークの特性を表すワーク特性と、当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度とに基づいて当該各ゾーンの特性を表すゾーン固有値を算出するゾーン固有値算出手段と、ゾーンの乾燥炉温度及び当該ゾーンのワークの移動時間を変化させることによって当該ゾーンの出口におけるワークの出口温度を算出し、当該ワークの出口温度を当該ゾーンの次のゾーンの入口における当該ワークの入口温度とするワーク温度特性算出手段とを具備して当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートすることを特徴とする。また、請求項3に記載の発明にあっては、ワークを乾燥する塗装

乾燥炉を備え、当該塗装乾燥炉が連続したn個のゾーンに分けられている塗装乾燥炉シミュレーションシステムにおいて、前記ワークの特性を表すワーク特性と、当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度とに基づいて当該各ゾーンの特性を表すゾーン固有値を算出するゾーン固有値算出手段と、ワーク特定部位の設計変更に伴う、鋼板厚や、部品表面積や、材質の変更が生じた場合に、ワーク特性値を変化させる事によって当該ゾーンの出口におけるワークの出口温度を算出し、当該ワークの出口温度を当該ゾーンの次のゾーンの入口における当該ワークの入口温度とするワーク温度特性算出手段とを具備して当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートすることを特徴とする。

【0009】

【作用】上記構成をとったため、請求項1に記載の発明によれば、ゾーン固有値算出手段はワークの特性を表すワーク特性と、当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度とに基づいて当該各ゾーンの特性を表すゾーン固有値を算出する。ワーク温度特性算出手段はゾーンの乾燥炉温度を変化させることによって当該ゾーンの出口におけるワークの出口温度を算出し、当該ワークの出口温度を当該ゾーンの次のゾーンの入口における当該ワークの入口温度とする。このようにして、順次、当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートする。また、請求項2に記載の発明によれば、ゾーン固有値算出手段はワークの特性を表すワーク特性と、当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度とに基づいて当該各ゾーンの特性を表すゾーン固有値を算出する。ワーク温度特性算出手段はゾーンの乾燥炉温度及び当該ゾーンのワークの移動時間を変化させることによって当該ゾーンの出口におけるワークの出口温度を算出し、当該ワークの出口温度を当該ゾーンの次のゾーンの入口における当該ワークの入口温度とする。このようにして、順次、当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートする。また、請求項3に記載の発明によれば、ゾーン固有値算出手段はワークの特性を表すワーク特性と、当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度とに基づいて当該各ゾーンの特性を表すゾーン固有値を算出する。ワーク温度特性算出手段はゾーンの乾燥炉温度及び当該ゾーンの鋼板厚や、部品表面積や、鋼板材質特性値を変化させることによって当該ゾーンの出口におけるワークの出口温度を算出し、当該ワークの入口温度とする。このよ

うにして、順次、当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートする。

【0010】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の一実施例について説明する。

A：実施例の構成

図2は本実施例の概略構成を示す図である。この図においてOVENは塗装乾燥炉であり、塗装工程を経た後の車体BODYの塗膜を熱風を吹き付けることによって乾燥させる。また、車体BODYの塗膜を部分的に昇温させる場合には、図4に示すヒートジェッターHを使用する。すなわち、ヒートジェッターHのノズルNから熱風を吹付速度 $v$ で局部的に吹き付け、これにより乾燥させる。ヒートジェッターHを使用しない部分は図5に示す直線L3で表される昇温特性になるが、ヒートジェッターHを使用した部分は同図に示す直線L4で表される昇温特性になる。

【0011】このような乾燥工程を行う塗装乾燥炉OVENは図2に示すように、その内部がこの乾燥工程の順番に従って第1ゾーンP1、第2ゾーンP2、……、第kゾーンPk、……、第nゾーンPnに分けられている。そして、塗装乾燥炉OVENへの車体BODYの搬入は当該塗装乾燥炉OVENの入口から図3に示す、例えば、「時刻0」に行われるようになっており、その後、当該車体BODYに対しての乾燥工程が進むにつれて、第1ゾーンP1、第2ゾーンP2……と順番に当該車体BODYが搬送されるようになっていく。

【0012】この図3は車体BODYに対する塗装乾燥の実測データをグラフにしたものである。この図において、実線L1は車体BODYのある特定部位の温度変化を表し、破線L2は塗装乾燥炉OVENの温度Tの温度変化を表している。この実測データにおいては第kゾーンPkの通過時間 $\tau$ は「1分」である。

【0013】時刻 $y_k$ （図3参照）になると車体BODYは第kゾーンPkの入口INに搬送され、「時刻 $y_k$  + 第kゾーンPkの通過時間 $\tau$ 」になると当該車体BODYは第kゾーンPkの出口OUTに搬送されるようになっている（図2の斜線部）。その後も同様にして乾燥工程が車体BODYに対して行われ、時刻 $y_n$ になると第nゾーンPnの出口OUTすなわち、塗装乾燥炉OVENの出口から搬出されるようになっている。

【0014】本実施例の塗装乾燥炉シミュレーションシステムは、これら第1ゾーンP1から第nゾーンPnにおいて適用されている。すなわち、各々のゾーンにおいては、後述する設定温度 $T'$ 、熱伝達率 $\alpha$ 等が異なるが、当該設定温度 $T'$ 、熱伝達率 $\alpha$ 等を設定するプロセ

スは各々のゾーンについて同様である。

【0015】このような塗装乾燥炉OVENに、後述する複数の測温体Wを取り付けた車体BODYを1回流動させる事により、前述の当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度を測定する事が可能となる。これらの実測温度データの用途については後述する。これらの測温体Wは車体BODYのエクステリア（屋根、トランク、ボンネット、ドア、ローアゲート、ロッカーパネル）、インテリア（フロア中央部、インナーストライカー前部、ドアヒンジ、ドアインナーステップ）及び昇温困難なインテリア（ロッカーパネル内部）に取り付けられている。そのため、測温体Wが取り付けられている各部位の温度を測定できるようになっている。

【0016】B：実施例の塗装乾燥炉温度設定プロセス実施例の塗装乾燥炉OVENの設定温度 $T'$ （図3の温度Tに相当する温度）の設定プロセスを図1を参照して説明する。まず、ステップs10においては塗装乾燥炉OVENの第kゾーンPkの設定温度 $T'$ 等の設定を行う。この設定温度 $T'$ の設定について、以下、詳述する。

【0017】まず、塗装乾燥炉OVEN内の車体BODYの昇温特性は、塗装乾燥炉OVENの設定温度 $T'$ とワーク特性、第kゾーンPkの固有値である熱伝達率 $\alpha$ （ $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ）によって近似することが可能である。まず、熱伝達率 $\alpha$ （ $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ）の算出について説明する。

【0018】この場合、前述の実測温度データが与えられる（図3参照）。

温度 $T_{in}$ ：第kゾーンPkの入口INにおける車体BODYの特定部位の温度

温度 $T_{out}$ ：第kゾーンPkの出口OUTにおける車体BODYの特定部位の温度

設定温度 $T'$ ：塗装乾燥炉OVENの設定温度

【0019】また、ワークの特性として以下のデータが与えられる。

板厚 $t$ （mm）：車体BODY特定部位の板厚

表面積 $A$ （ $\text{m}^2$ ）：車体BODY特定部位の表面積

通過時間 $\tau$ （分）：車体BODYの第kゾーンPk通過時間

比重 $\gamma$ （ $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{mm})$ ）：車体BODYの材質（鉄）の比重

比熱 $C$ （ $\text{kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ）：車体BODYの材質（鉄）の比熱

【0020】そして、

$$T_{out} = T - (T - T_{in}) e^{\gamma} \quad \dots\dots (1)$$

$$\gamma = \{ - (A \cdot \alpha \cdot \tau) / (\gamma \cdot t \cdot C) \} \quad \dots\dots (2)$$

$$\alpha = \{ - (\gamma \cdot t \cdot C) / (A \cdot \tau) \} \cdot \log_e \{ (T - T_{out}) / (T - T_{in}) \} \quad \dots\dots (3)$$

の各式に上述の実測値で表されるデータを、各々代入することによって、第kゾーンPkの固有値である熱伝達率 $\alpha$  ( $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ) が求められる。このため、熱伝達率 $\alpha$ は車体BODYの種類や当該車体BODYの位置及び塗装乾燥炉OVENの各ゾーンによって特定される値になっている。

$$\alpha = \{ \lambda \cdot (v \cdot x / v)^{0.625} \} / x$$

により想定する事も可能である。この場合式(4)で使用する各変数は次のように定義されている。

【0022】吹付速度 $v$  ( $\text{m}/\text{s}$ ) : 吹き出し速度  
ピッチ $x$  ( $\text{m}$ ) : ヒートジェッターHのノズルN取付ピッチ

熱伝達率 $\alpha$  ( $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ) : ヒートジェッターHによって熱風吹き付け条件が変化した部位の第kゾーンPkの固有値 (熱伝達率 $\alpha = 30 \sim 40 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ )

熱伝導率 $\lambda$  ( $\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ) : 熱風空気  
の熱伝導率

動粘性係数 $v$  ( $\text{cm}^2/\text{s}$ ) : 熱風空気の動粘性係数

【0023】このようにして熱伝達率 $\alpha$ が算出されると、式(1)及び式(2)に基づいて設定温度 $T'$ を変化させることにより、図示せぬコンピュータ上でシミュレーションを行うことができる。こうして、作業者により塗装乾燥炉OVENについて設定温度 $T'$ がインプットされる。

【0024】また、ステップs11においては、上述のようにしてインプットされた設定温度 $T'$ に基づいて、第1ゾーンP1から第nゾーンPnの温度 $T_{\text{out}}$ を、順次、演算する。この場合、あるゾーンから次のゾーンに進む場合には、当該ゾーンの温度 $T_{\text{out}}$ を当該次のゾーンの温度 $T_{\text{in}}$ として、当該次のゾーンにおける温度 $T_{\text{out}}$ を式(1)及び式(2)に基づいて算出する。このシミュレーションの結果は図3に示すものとほぼ同様になる。

【0025】また、図6に示すように、稼働時間 $\beta$ の間においては塗装乾燥炉OVENの温度のマイナス側への変動の最大を見込み、設定温度 $T'$ が高めに設定されるようになっている。そのため、定常最低温度 $T_{\text{low}}$ で焼付が100%になるように設定されている。すなわち、品質を守る為の塗装乾燥炉OVENの定常最低温度 $T_{\text{low}}$ の見極めが自動的になされる。

【0026】次に、ステップs12に進み、車体BODYについての最終焼付検証を行う。この焼付検証が終了すると、ステップs13に進み、上述の車体BODYの焼付が適正に行われたか否かを判断する。この判断結果が「NO」、すなわち、焼付が適正に行われていない場合においては、再び、ステップs11に戻り、ステップs13において「YES」と判断されるまで、ステップs11～ステップs13を繰り返して行う。そして、ステップs13において「YES」、すなわち、焼付が適

【0021】式(3)により、車体BODYの種類や当該車体BODYの位置及び塗装乾燥炉OVENの各ゾーン別特定値である熱伝導率 $\alpha$ は算出可能であるが、前出のヒートジェッターHにより熱風が吹き付けられる部位に関しては、

……(4)

正におこなわれたと判断された場合には、終了する。なお、以上説明したように、シミュレーションの精度は高いため、通常は、上述のステップs13において「NO」と判断される事はなく、1回のシミュレーションで完了する。

【0027】C:実施例の効果

①論理的な塗装乾燥炉OVENの温度(設定温度 $T'$ )設定の為、最終的な設定温度 $T'$ に至る迄1回の検証を行うだけで、設定温度 $T'$ を決定することができる。

②安全値は数値で設定、即座に塗装乾燥炉OVENの設定温度 $T'$ に反映することができる。従って生産に対する悪影響は激減する。

③シミュレーションの精度は高いため、品質エラーの危険性は減少する。

【0028】④塗装乾燥炉OVENの温度は炉内負荷の変動によりリップルするが、その最大幅を見越して安全に炉温設定可能になるため(図6参照)、シミュレーションにて、品質を守る為の定常最低温度 $T_{\text{low}}$ の見極めが可能になる。

⑤通過時間 $\tau$ を各々のゾーンに対して変更可能であるため、生産台数の変更に伴う乾燥炉のタクトUP/DNに対し、即座に対応可能になる。

⑥板厚 $t$ 、表面積 $A$ を各々のゾーンに対して変更可能であるため、ワークの設計変更に伴うワーク特定部位の板厚、形状変更に対し、即座に対応可能になる。

⑦比重 $\gamma$ 、比熱 $C$ を各々のゾーンに対して変更可能であるため、ワークの設計変更に伴うワーク特定部位の材質変更に対し、即座に対応可能になる。

⑧乾燥炉の焼付適正化を行うため、エネルギー費を削減できる。

【0029】なお、炉温設定のプロセスは以上説明した塗装乾燥炉に用いることに限られることなく、一般的な乾燥、冷却、保温設備に対して用いても良い。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、ワークの特性を表すワーク特性と、当該塗装乾燥炉の各ゾーンの入口における当該ワークの入口実測温度と、当該各ゾーンの出口における当該ワークの出口実測温度と、当該塗装乾燥炉の乾燥炉実測温度とに基づいて当該各ゾーンの特性を表すゾーン固有値を算出するゾーン固有値算出手段と、ゾーンの乾燥炉温度、若しくは当該乾燥炉温度及び当該ゾーンのワークの移動時間、若しくは当該乾燥炉温度及び当該ゾーンのワーク特定部位の

板厚や部品表面積、若しくは当該乾燥炉温度及び当該ゾーンのワーク特定部位材質の比重や比熱を変化させることによって当該ゾーンの出口におけるワークの出口温度を算出し、当該ワークの出口温度を当該ゾーンの次のゾーンの入口における当該ワークの入口温度とするワーク温度特性算出手段とを具備して当該塗装乾燥炉の温度特性をシミュレートする構成をとったため、塗装乾燥炉温度決定の時間とロスを減少させ、かつ、当該塗装乾燥炉内のワークの品質を安定させることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例における塗装乾燥炉温度決定プロセスを示すフローチャートである。

【図2】 本発明の一実施例における塗装乾燥炉シミュレーションシステムの概略図である。

【図3】 本発明の一実施例における塗装乾燥炉シミュレーションシステムのシミュレーション時間と各種温度との

の関係を示す図である。

【図4】 本発明の一実施例におけるヒートジェッターHの斜視図である。

【図5】 本発明の一実施例におけるヒートジェッターHの特性を示す図である。

【図6】 本発明の一実施例における時間と塗装乾燥炉OVENの特定ゾーンにおける稼働時間中の温度との関係を示す図である。

【図7】 従来の塗装乾燥炉温度決定プロセスを示すフローチャートである。

【符号の説明】

OVEN 塗装乾燥炉（ゾーン固有値算出手段、ワーク温度特性算出手段）

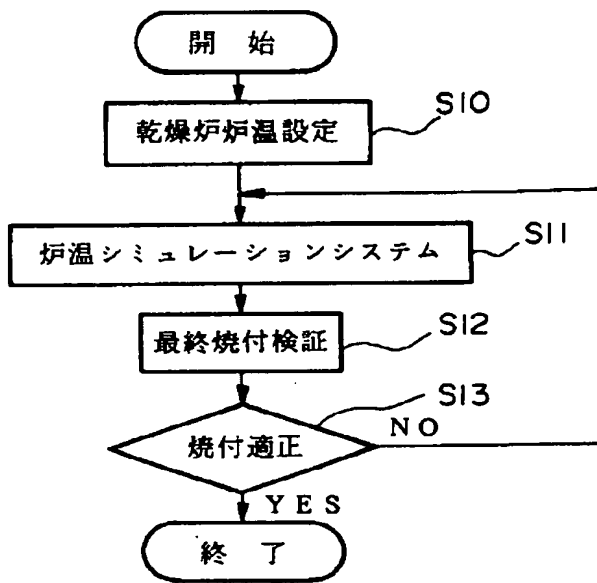
$T_{in}$  温度（入口実測温度）

$T_{out}$  温度（出口実測温度）

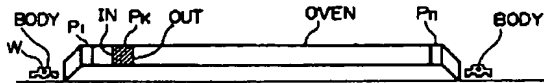
$T'$  設定温度（塗装乾燥炉の温度特性）

$\alpha$  熱伝達率（ゾーン固有値）

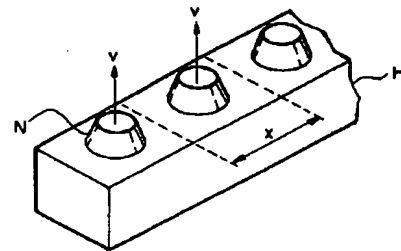
【図1】



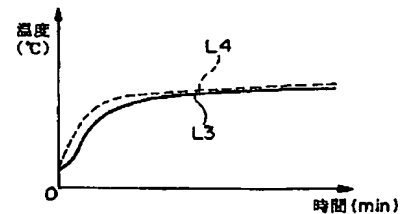
【図2】



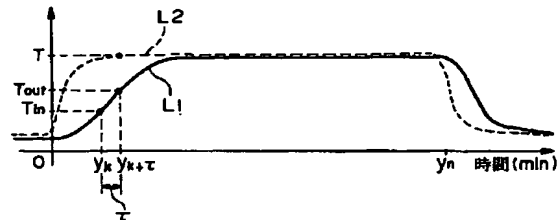
【図4】



【図5】

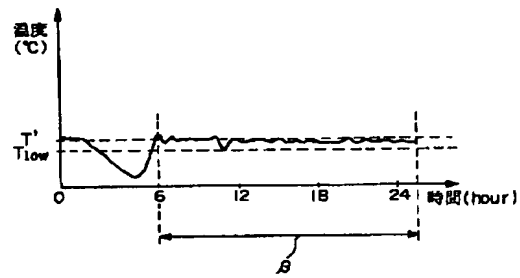


【図3】





【図6】



【図7】

